

SEMICONDUCTOR MANUFACTURING DEVICE, AND CLEANING METHOD THEREFOR

Patent number: JP2003027240

Publication date: 2003-01-29

Inventor: NAKAHARA MIWAKO; ARAI TOSHIYUKI; YAMAMOTO TOMOSHI; OOKA TSUKASA; SANO ATSUSHI; ITAYA HIDEJI; SAKUMA HARUNOBU

Applicant: HITACHI LTD.; HITACHI INT ELECTRIC INC

Classification:

- **international:** C23C16/44; H01L21/205; H01L21/285; H01L21/3065

- **european:** C23C16/18; C23C16/40; C23C16/44A6; C23F1/12

Application number: JP20010220834 20010723

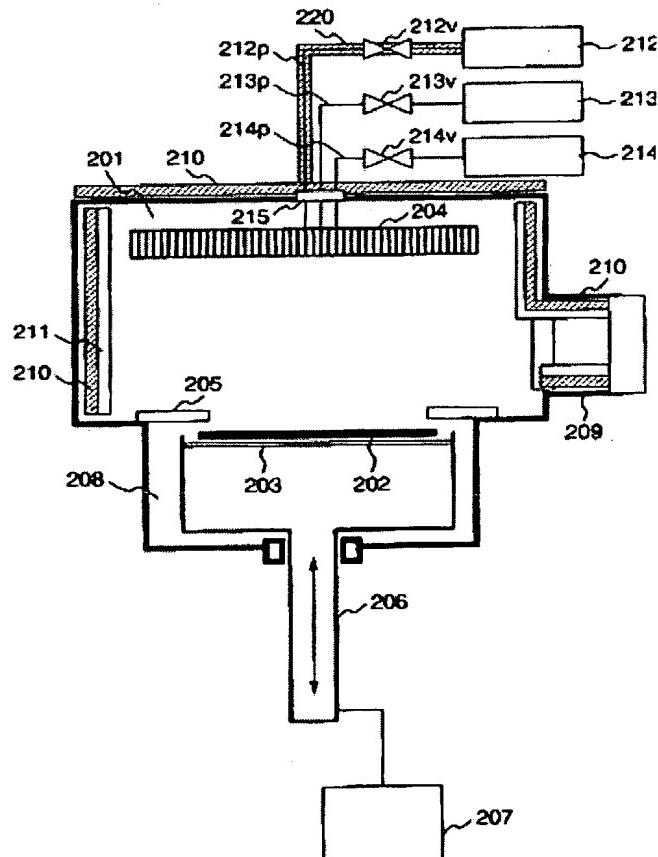
Priority number(s): JP20010220834 20010723

Also published as:

US2003037802 (A)

Abstract of JP2003027240

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively remove a ruthenium film, an osmium film, and oxides thereof deposited or adhered inside a semiconductor treatment device. **SOLUTION:** Reaction products deposited or adhered inside the device are rapidly and effectively removed by individually using an oxygen atom donating gas and a halogen gas and feeding the gases inside the device. The device can be stably operated, a thin film of high quality can be formed, and a semiconductor element can be produced in high yield.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-27240

(P2003-27240A)

(43)公開日 平成15年1月29日 (2003.1.29)

(51)Int.Cl.⁷

C 23 C 16/44

H 01 L 21/205

21/285

識別記号

3 0 1

21/3065

F I

C 23 C 16/44

H 01 L 21/205

21/285

テマコード(参考)

J 4 K 0 3 0

4 M 1 0 4

C 5 F 0 0 4

3 0 1 Z 5 F 0 4 5

N

審査請求 未請求 請求項の数36 O L (全 13 頁)

(21)出願番号

特願2001-220834(P2001-220834)

(22)出願日

平成13年7月23日 (2001.7.23)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000001122

株式会社日立国際電気

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者 中原 美和子

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

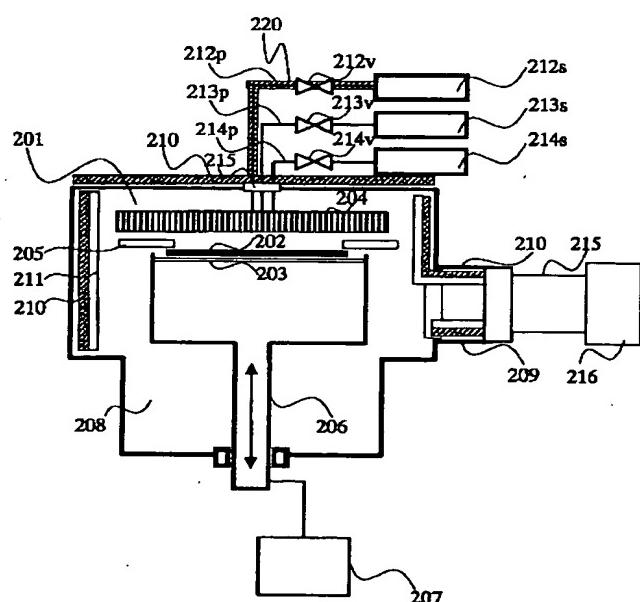
(54)【発明の名称】 半導体製造装置及びそのクリーニング方法

(57)【要約】

【課題】半導体処理装置の内部に堆積または付着したルテニウム膜、オスミウム膜、及びそれらの酸化物を効果的に除去する。

【解決手段】上記した目的を達成するために、酸素原子供与性ガスとハロゲンガスとをそれぞれ個別に使い分け装置内部に供給することによって、装置内に堆積もしくは付着した反応生成物を高速かつ効果的に除去することが出来る。これによって、装置の安定稼動を可能にするばかりでなく、高品質の薄膜形成、更には高歩留りでの半導体素子の生産を実現する。

図2



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】処理室と、上下可動機構を有する基板ホルダと、シャワーHEADと、処理用ガス供給器と、第1のクリーニング用ガス供給器と、第2のクリーニング用ガス供給器とを備え、前記処理用ガス供給器から供給された処理用ガスと、前記第1のクリーニング用ガス供給器及び前記第2のクリーニング用ガス供給器から供給されたクリーニング用ガスとが前記シャワーHEADを介して前記処理室内に供給されてなり、かつ前記第1のクリーニング用ガス供給器からクリーニング用ガスを供給するときに前記基板ホルダを前記シャワーHEADから離間せしめてなることを特徴とする半導体処理装置。

【請求項 2】処理室と、基板ホルダと、シャワーHEADと、処理用ガス供給器と、第1のクリーニング用ガス供給器と、第2のクリーニング用ガス供給器とを備え、前記シャワーHEADが第1のシャワーHEADと該第1のシャワーHEADの周辺に設けられた第2のシャワーHEADで構成されてなり、前記処理用ガス供給器から供給された処理用ガスと前記第2のクリーニング用ガス供給器から供給された第2のクリーニング用ガスとが前記第1のシャワーHEADを介して前記処理室内に供給され、かつ前記第1のクリーニング用ガスが前記第2のシャワーHEADを介して前記処理室内に供給されてなることを特徴とする半導体処理装置。

【請求項 3】前記処理室は該処理室の内壁を覆うようにして設けられたカバー部材と前記処理室の内壁及び前記カバー部材とを過熱するための第1の加熱器を有し、かつ前記処理用ガス供給器が第2の加熱器を有してなり、前記処理室内壁と前記カバー部材と前記ガス供給器の配管内壁の温度が夫々制御されてなることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項 4】前記処理室内壁と、前記カバー部材の内壁と、前記ガス供給器の配管内壁の温度が100～300℃の範囲で制御されてなることを特徴とする請求項3に記載の半導体処理装置。

【請求項 5】前記第1のクリーニング用ガス供給器が、前記処理用ガス供給器の配管に接続されてなることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項 6】前記処理室は反応室と待機室とを備え、前記待機室が第3のクリーニング用ガス供給器を有し、前記第3のクリーニング用ガスが前記第1のクリーニング用ガスと同じであることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項 7】前記第1のクリーニング用ガス供給器及び前記第2のクリーニング用ガス供給器がそれぞれ第3の加熱器及び第4の加熱器を有し、該第4の加熱器の温度が前記第3の加熱器の温度よりも大きくなるように制御されてなることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

2

【請求項 8】前記処理用ガス供給器から供給された処理用ガスと、前記第3の加熱器で加熱された第1のクリーニング用ガスと、該第1のクリーニング用ガスよりも高温になるように前記第4の加熱器で加熱された第2のクリーニング用ガスとを、前記シャワーHEADを介して前記処理室内に供給されてなることを特徴とする請求項7に記載の半導体処理装置。

【請求項 9】前記第1のクリーニング用ガスが、前記第3の加熱器によって20～200℃の範囲で加熱されて前記処理室内に供給されること特徴とする請求項7または8に記載の半導体処理装置。

【請求項 10】前記第2のクリーニング用ガスが、前記第4の加熱器によって200～300℃の範囲で加熱されて前記処理室内に供給されること特徴とする請求項7または8に記載の半導体処理装置。

【請求項 11】少なくとも前記処理室と前記シャワーHEADとの接続部、該シャワーHEADと前記処理用ガスまたはクリーニング用ガスの配管との接続部、または前記処理室の一部を構成する待機室と前記基板ホルダとの可動部等に、NI含有量が90%以下である金属シール材料が用いられてなることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項 12】少なくとも前記処理室と前記シャワーHEADとの接続部、該シャワーHEADと前記処理用ガスまたはクリーニング用ガスの配管との接続部、または前記処理室と前記基板ホルダとの可動部に、炭素と水素の結合数の割合が10%以下であるゴムからなるゴムシール部材が用いられてなることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項 13】前記第1のクリーニング用ガスが、オゾン、ハロゲン化酸素、酸化窒素、酸素原子の群から選ばれる少なくとも一種類のガスを含んでなることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項 14】前記第2のクリーニング用ガスが、ハロゲンを含んでなるガスであることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項 15】前記第2のクリーニング用ガスが、塩素、塩化水素、フッ素、フッ化塩素、フッ化水素、フッ化窒素、臭素、臭化水素、ハロゲン化酸素の群から選ばれる少なくとも一種類のガスを含んでなることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項 16】前記第1のクリーニング用ガスが酸素原子供与性ガスであり、かつ前記第2のクリーニング用ガスがハロゲンを含むガスであることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項 17】前記処理室が、少なくともルテニウムまたはオスミウムを含む金属材料またはそれらの化合物材料の処理を行なうことを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項 18】前記処理室において、ルテニウム、酸化

ルテニウム、あるいはオスミウム、酸化オスミウムの群から選ばれる少なくとも一種類を含む薄膜が、前記基板ホルダ上に載置された基板の上に形成することを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項19】前記処理室において、前記基板ホルダ上に載置された基板上に形成されたルテニウム、酸化ルテニウム、あるいはオスミウム、酸化オスミウムの群から選ばれる少なくとも一種類を含む薄膜をエッティング処理することを特徴とする請求項1または2に記載の半導体処理装置。

【請求項20】処理室と、基板ホルダと、シャワーHEADと、処理用ガス供給器と、第1のクリーニング用ガス供給器と、第2のクリーニング用ガス供給器とを備えた半導体処理装置のクリーニング方法であって、前記処理室内の部材表面に堆積または付着した前記処理用ガスの反応生成物を、前記第1のクリーニング用ガスを用いて除去する工程と、前記第2のクリーニング用ガスを用いて除去する工程とを備えてなることを特徴とする半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項21】処理室と、上下可動機構を有する基板ホルダと、シャワーHEADと、処理用ガス供給器と、第1のクリーニング用ガス供給器と、第2のクリーニング用ガス供給器とを備えた半導体処理装置のクリーニング方法であって、前記処理室内の部材表面に堆積または付着した前記処理用ガスの反応生成物を、前記基板ホルダを前記シャワーHEADから離間させてから前記第1のクリーニング用ガスを前記処理室内へ供給して除去する工程と、前記基板ホルダを前記シャワーHEADに近接させて前記第2のクリーニング用ガスを前記処理室内へ供給して除去する工程とを備えてなることを特徴とする半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項22】前記処理室が反応室と第3のクリーニング用ガス供給器を有する待機室を備え、該待機室の部材表面に堆積または付着した前記処理用ガスの反応生成物を前記第3のクリーニング用ガスを用いて除去することを特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項23】前記第1のクリーニング用ガスを用いて反応生成物を除去する工程と前記第2のクリーニング用ガスを用いて反応生成物を除去する工程とを連続して行なうことを特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項24】前記第1のクリーニング用ガスを用いて反応生成物を除去する工程と前記第2のクリーニング用ガスを用いて反応生成物を除去する工程との間に、前記処理室内を真空排気する行程とを備えてなることを特徴とする請求項23に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項25】前記第1のクリーニング用ガスを用いて反応生成物を除去する工程と前記第2のクリーニング用

ガスを用いて反応生成物を除去する工程との間に、前記処理室内を不活性ガスによるバージを行なう行程とを備えてなることを特徴とする請求項23に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項26】前記第1のクリーニング用ガスが、オゾン、ハロゲン化酸素、酸化窒素、酸素原子の群から選ばれる少なくとも一種類のガスを含んでなることを特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

10 【請求項27】前記第2のクリーニング用ガスが、ハロゲンを含むガスであることを特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項28】前記第2のクリーニング用ガスが、塩素、塩化水素、フッ素、フッ化塩素、フッ化水素、フッ化窒素、臭素、臭化水素、ハロゲン化酸素の群から選ばれる少なくとも一種類のガスを含んでなることを特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

20 【請求項29】前記第1のクリーニング用ガスが酸素原子供与性ガスであり、かつ前記第2のクリーニング用ガスがハロゲンを含むガスであることを特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項30】前記処理室の内壁と、前記カバー部材の内壁と、前記ガス供給器の配管内壁との温度が100～300℃の範囲で制御されてなることを特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

30 【請求項31】前記第1のクリーニング用ガスを供給する時の前記処理室の圧力が、1kPa以上大気圧以下に制御されてなることを特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項32】前記第1のクリーニング用ガスが、前記第1のクリーニング用ガス供給器に設けられた第3の加熱器によって20～200℃の範囲で加熱されて前記処理室内に供給されること特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

40 【請求項33】前記第2のクリーニング用ガスが、前記第2のクリーニング用ガス供給器に設けられた前記第4の加熱器によって200～300℃の範囲で加熱されて前記処理室内に供給されること特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項34】前記処理室が、少なくともルテニウムまたはオスミウムを含む金属材料またはそれらの化合物材料の処理を行なうことを特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項35】前記処理室において、ルテニウム、酸化ルテニウム、あるいはオスミウム、酸化オスミウムの群から選ばれる少なくとも一種類を含む薄膜が、前記基板ホルダ上に載置された基板の上に形成されることを特徴

5

とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項36】前記処理室において、前記基板ホルダ上に載置された基板上に形成されたルテニウム、酸化ルテニウム、あるいはオスミウム、酸化オスミウムの群から選ばれる少なくとも一種類を含む薄膜がエッティング処理されることを特徴とする請求項20または21に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ルテニウム、酸化ルテニウム、あるいはオスミウム、酸化オスミウムを含む固体を成膜するCVD装置または成膜された膜をパターン形成するエッティング装置のクリーニング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体デバイスの高集積化に伴ってDRAM等のメモリセルを有する素子は、そのコンデンサの電気容量を確保するために益々複雑な立体構造を有するようになりつつある。このため、上記した素子の製造工程数が増加し、更には薄膜形成工程やその薄膜を加工する工程におけるプロセスマージンはより小さくなる傾向にあり、これらが製造コストの増大または歩留まりの低下を招いていた。上記した背景に鑑み、コンデンサの蓄積容量を増大させることを目的に、誘電率の高い新規な材料を用いて素子構造を簡略化させることが望まれていた。

【0003】現在、この種の高誘電率材料としては、例えばTa₂O₅、BaSrTiO₃等の多元系酸化物が鋭意検討されている。これらの酸化物を形成する場合、酸素雰囲気中で高温アニールすることが必要であるため、一般的に用いられるSiをコンデンサの下部電極とした場合には、上記した酸素アニール時の酸化によって電極の抵抗値増大という問題を引き起こす。従って、高集積DRAM等のメモリセルを実現するためには、酸素アニール雰囲気において酸化されにくいあるいは酸化されても導電性を有する新規な材料を選択する必要があった。

【0004】この条件を満たす電極材料として、例えばルテニウム、酸化ルテニウムが検討されている。これらの電極材料を形成する方法としては、物理蒸着に対して基板への薄膜の付きまわり性が良いCVD（化学気相成長）法が適すると考えられ、具体的には、例えば特開平6-283438号公報、特開平9-246214号公報に記載のように、特定の有機系原料ガスを用いてMO-CVDにより成膜する方法が開示されている。

【0005】一方、ルテニウムあるいは酸化ルテニウム薄膜のエッティング方法に関しては、例えば特開平8-78396号公報に記載のように、フッ素ガス、塩素ガス、ヨウ素ガスこれらのうち少なくとも一つを含むハロ

6

ゲンガス並びにハロゲン化水素からなる群より選択される少なくとも一種類またはそれ以上と、酸素ガスまたはオゾンガスを含む混合ガスを用いて行なう方法が開示されている。

【0006】また、レースベルグ、ミュラー（Rainer Loessberg und Ulrich Mueller）の“Zeitschrift Fuer Naturforschung, Section B, Chemical Sciences, vol. 16B, No. 3, 1981, pp395”にはルテニウムとオゾンとを室温で反応させることによって純粋な四酸化ルテニウムを得る方法が開示されている。更に、ルテニウムあるいは酸化ルテニウムの成膜を行うCVD装置およびパターン形成を行うエッティング装置のクリーニング方法に関しては、特開2000-200782号公報に、オゾン、ハロゲン化酸素、N₂O、O原子の群から選ばれる少なくとも一種類のガスを用いてクリーニングするクリーニング方法、更に前記ガスにハロゲン化ガスを添加して行なうクリーニング方法が開示されている。

10

【0007】

【発明が解決しようとする課題】新規な材料であるルテニウムやルテニウム酸化物からなる薄膜を成膜するためのCVD装置や、上記の薄膜にエッティングを施して所望のパターンを形成するためのエッティング装置を用いてDRAM等の半導体素子を歩留まり良く製造する場合、上記した装置からの発塵を低減させることが必要である。具体的には、プロセス中に反応処理室内あるいは配管内に堆積もしくは付着したルテニウムを含む反応副生成物をクリーニング除去し、次の生産に備える方法の確立が半導体業界で切望されていた。

【0008】

20

【従来技術に記載されたルテニウムやルテニウム酸化膜のエッティング方法のひとつとして、ハロゲンガスとオゾンガスの混合ガスを用いたプラズマエッティング反応を利用する方法がある。しかしながら、この反応を成膜装置やエッティング装置のクリーニングに適用した場合、エッティングガスの分解にプラズマを用いるため、被処理対象物へのダメージを避けることが困難であるばかりでなく、膨大な設備投資が必要であって、半導体素子の量産においては大きな問題となる。更に、上記の方法では主にプラズマに晒される領域のみがエッティングされ、それ以外の領域がエッティングされず、この領域からの発塵が半導体素子の歩留りを低下させるという問題を抱えている。

30

【0009】一方、非プラズマ方式であってオゾンガスだけを用いてクリーニングを行なう方法は、被処理対象物へのダメージ防止や設備投資の抑制に対して有力な解決策となり得る。しかしながら、オゾンガスを用いたエッティング方法の場合、エッティングが促進される温度領域が限られて比較的高温ではエッティングされ難く、またルテニウム酸化物のエッティングが難しいという欠点を有する。

40

【0010】更に、オゾンガスにハロゲンガスを添加し

た場合、ハロゲンガスとオゾンガスとの反応によって、被処理物のエッチングに寄与できるハロゲンガス及びオゾンガスがそれぞれ減少し、エッティングレートが極端に低下するという問題点がある。本発明の目的は上記した従来技術の問題点を解決し、反応処理装置内に堆積もしくは付着したルテニウム膜あるいはその反応生成物を残渣なく、しかも高速に除去可能にする機構を備えた処理装置及びそのクリーニング方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明では、低温から高温の状態に置かれたルテニウム、ルテニウム酸化物またはオスミウム、オスミウム酸化物を含む反応生成物の除去を、酸素原子供与性ガスを含むガスとハロゲンを含むガスとを併用して行なうものである。これを実現する具体的な手段として、本発明では、処理室、上下可動機構を有する基板ホルダ、シャワーヘッド、処理用ガス供給器、第1のクリーニング用ガス供給器、第2のクリーニング用ガス供給器を備え、この処理用ガス供給器から供給された処理用ガスと第1のクリーニング用ガス供給器及び第2のクリーニング用ガス供給器から供給されたクリーニング用ガスとを上記のシャワーヘッドを介して処理室内に供給されるようにし、かつ第1のクリーニング用ガス供給器から第1のクリーニング用ガスを供給するときに基板ホルダをシャワーヘッドから離間させるようにした。

【0012】また、処理室にはこの処理室の内壁を覆うようにしてカバー部材が設けられており、処理室内壁、カバー部材、ガス供給器の配管内壁の温度が100～300℃の範囲で夫々制御されるようにした。

【0013】更に、処理室は反応室と待機室とを備えており、この待機室が第3のクリーニング用ガス供給器から供給される第3のクリーニング用ガスを用いてその内壁がクリーニングされるようにした。

【0014】本発明では、第1のクリーニング用ガス供給器と第2のクリーニング用ガス供給器がそれぞれ第3及び第4の加熱器を有するようにして、第4の加熱器の温度が第3の加熱器の温度よりも大きくなるように制御し、第3の加熱器で加熱された第1のクリーニング用ガスと第1のクリーニング用ガスよりも高温になるように第4の加熱器で加熱された第4のクリーニング用ガスとを上記したシャワーヘッドを介して個別に処理室内に供給されるようにした。

【0015】また、上記のシャワーヘッドが第1のシャワーヘッドと第1のシャワーヘッドの周辺に設けられた第2のシャワーヘッドとを備えており、処理用ガスと第2のクリーニング用ガスとが第1のシャワーヘッドを介して処理室内に供給され、かつ第1のクリーニング用ガスが第2のシャワーヘッドを介して処理室内に供給されるようにした。

【0016】本発明では、ルテニウム、ルテニウム酸化物またはオスミウム、オスミウム酸化物を含む反応生成物の除去を次の方法を用いて行なうようにした。即ち、処理室の部材表面に堆積または付着した前記処理用ガスの反応生成物を、第1のクリーニング用ガスと第2のクリーニング用ガスと併用して除去するリーニング方法であって、基板ホルダをシャワーヘッドから離間させて第1のクリーニング用ガスを供給した後、基板ホルダをシャワーヘッドに近接させて第2のクリーニング用ガスを供給してクリーニングを行なうようにした。

【0017】また、処理室が反応室と第3のクリーニング用ガス供給器を有する待機室を備えており、この待機室の部材表面に堆積または付着した処理用ガスの反応生成物を第3のクリーニング用ガスを用いて除去するようにした。

【0018】そしてまた、第1のクリーニング用ガスを用いて反応生成物を除去する工程と第2のクリーニング用ガスを用いて反応生成物を除去する工程とを連続して行い、上記の工程の間に、処理室の真空排気を行なう、もしくはN₂バージを行なうようにした。

【0019】本発明では、第1または第3のクリーニング用ガスとして用いる酸素原子供与性ガスは、オゾン、ハロゲン化酸素、酸化窒素、酸素原子の群から選ばれる少なくとも一種類のガスを含むものであり、また第2のクリーニング用ガスとして用いるハロゲンを含むガスは、塩素、塩化水素、フッ素、フッ化塩素、フッ化水素、フッ化窒素、臭素、臭化水素、ハロゲン化酸素の群から選ばれる少なくとも一種類のガスを含むものである。

【0020】これによって、例えばルテニウム、ルテニウム酸化物またはオスミウム、オスミウム酸化物の少なくとも一種類の物質を含む膜を基板上に成膜するCVD装置のクリーニング処理、もしくは上記の膜をエッティングしてパターン形成を行うエッティング装置のクリーニング処理において、これら装置の処理室内或いは配管の表面等に堆積または付着したルテニウムあるいはオスミウムを含む反応生成物を同様に効率良く除去することが可能である。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について、図面を用いて詳細に説明する。尚、以下で述べる半導体素子は、シリコン基板上に形成されるメモリ素子などの半導体デバイス、石英またはガラス基板上に形成される液晶ディスプレイ用TFT素子、上記以外の基板上に形成されるデバイスのを含むものである。また、基板とは半導体素子を表面に形成するシリコン等の半導体基板、または絶縁基板、あるいはそれらの複合基板等を意味するが、これらに限定されるべきものではない。

【0022】また、酸化ルテニウムとは、RuO₄、RuO₂、RuO₃、RuO₄のいずれかを意味し、酸化オス

9

ミウムとは、 O_3O , O_2O_3 , O_3O_2 , O_2O_3 , O_4 のいずれかを意味するものとする。

【0023】(実施例1) 実施例1では、ルテニウム用CVD装置のクリーニングを行った例について述べる。先ず、ルテニウムのエッティング特性について示す。図1は、CVD法により作製したルテニウム膜及び酸化ルテニウム膜を、例えばオゾンガスあるいはフッ化塩素を用いてエッティングした時のエッティングレートと処理温度との関係を示した図である。オゾンエッティング条件は、オゾン濃度5%、処理室の圧力100 Torrであり、オゾンは無声放電を用いたオゾナイザーにより発生させた。また、フッ化塩素を用いる場合には、処理室の圧力を7 Torrに制御した。この図から明らかのように、オゾンガスを用いてエッティングを行なった場合、その処理温度が20°C以上300°C以下でエッティングされ、そのエッティングレートは100°C~150°C付近で極大になることがわかった。この値は従来知られているルテニウム膜のエッティングレートに比較して、約数倍以上であり、極めて大きな数値を示している。しかしながら、200°C以上の高温領域ではエッティングレートが著しく低下し、300°C以上ではほとんどエッティングされないことが明白である。また、オゾンガスによる酸化ルテニウム膜のエッティングに関して、そのエッティングレートはいずれの温度領域においても極めて小さく、エッティングが不可能であると言っても良い。

【0024】一方、フッ化水素を用いてエッティングを行なった場合、そのエッティングレートはルテニウム膜及び酸化ルテニウム膜の何れの場合でも高温領域になるほど大きくなることが判明した。特に200°C以上の高温領域ではオゾンガスを用いた場合よりも遥かに大きなエッティングレートを示すことが明らかになった。

【0025】以上で説明したように、オゾンとフッ化塩素によるエッティング反応の違いを利用して両者のガスを使い分けることにより、処理装置の内部に堆積もしくは付着した反応生成物を効率良く除去することが可能である。即ち、処理室内壁等の比較的温度が低い部分に対してオゾンガスを用いてクリーニングを行ない、また処理用基板を搭載した基板ホルダの周辺部等、比較的高温の領域に対してフッ化塩素を用いてクリーニングを行なうことによって、処理室内を満遍なくクリーニングすることが出来る。尚、エッティングレートは蛍光X線分析を用いてルテニウムの特性X線強度から算出した。

【0026】次に、上記したエッティング反応をルテニウム用CVD装置のクリーニングに適用した例を述べる。図2にはルテニウムあるいはルテニウム酸化膜のCVD装置の概略図を示す。このCVD装置は、成膜反応を行う反応室201と、基板(ウエハ)202と、基板202を加熱し、かつ基板202を支持するための基板ホルダ(セラミックス製サセプタヒーターを内蔵)203と、成膜用ガスを基板202上へ均一に供給させるガス

10

シャワーHEAD204と、基板202を押えるためのカバープレート205と、基板ホルダ203を上下させるための駆動軸206、この上下駆動を制御するための制御機構207、基板202をロード及びアンロードする時に基板ホルダ203を待機させるための待機室208から構成されている。そして、上記した反応室201と待機室208を合わせて処理室とした。

【0027】反応室201と成膜用ガスを供給あるいは排気する配管209とは反応生成物が吸着するのを防止するために、各々第1及び第2の加熱器210及び220を用いて加熱されている。反応室201及び配管209の内壁には、反応生成物が吸着し難く、かつクリーニング用ガスに対して高耐性を有する材料、例えば酸化アルミニウムや石英などのセラミック材料からなるカバー211が装着されており、このカバーに反応生成物が吸着するのを防止するため、同様に各々第1及び第2の加熱器210及び220を用いて加熱されている。尚、第1の加熱器210及び第2の加熱器220は各々反応室201及び配管209の外側に配置し、夫々が反応室201とカバー211とを加熱しても良い。また、基板ホルダ203は待機室208と反応室201の間を上下することができる。

【0028】反応室201には、バルブ212v、213v、214vと配管212p、213p、214pを介して、各々成膜用ガスであるRu(EtCp)2、(但し、EtCpはエチルシクロヘキサンジエニル(C2H5C5H4)の略称)をガス化して供給する供給器212s、第1のクリーニング用ガス供給器であるO3供給器213s、第2のクリーニング用ガス供給器であるClF3供給器214sが接続されている。そして、配管212pは第2の加熱器220により加熱することができる。尚、成膜用ガス供給器212sは、Ru(EtCp)2の供給と同時にN2やO2も供給することができる。

【0029】また、排気配管209を介して反応室201内部の圧力を制御するためのコンダクタンスバルブ215および排気装置216が接続されている。

【0030】この成膜装置は、基板ホルダ203により基板202を約200°C~750°Cまで加熱して成膜を行うコールドウォール型の装置である。上記の成膜用ガスを用いルテニウム膜の成膜を行なう場合、基板202の成膜温度を300°Cとするため基板ホルダ203に内蔵されたヒーター温度を例えば320°Cとし、また成膜用ガスが装置内壁や配管内に凝縮することのないよう、反応室201や配管の内壁も第1及び第2の加熱器210及び220を用いて約150°C程度に加熱している。

【0031】しかしながら、成膜用ガスの分解反応によるRuを含有した不要な反応副生成物が反応室の201の内壁等に付着する。また、基板202の温度分布を均一化するため、基板ホルダ203のサイズを基板202

50

11

のサイズよりも大きくし、熱の逃げが大きい基板202周辺部への熱投入量を増加させるように内蔵ヒータを配置している。このことによって、基板ホルダ203の周辺部にもルテニウムあるいは酸化ルテニウムが成膜され、また基板202を押える治具であるカバーブレート205の上にも同様に成膜される。

【0032】そして、このCVD工程を繰り返して行なうに従って、反応室201の内壁や配管209の内壁に堆積もしくは付着したこれらの反応生成物がガス流れ等による巻上がりによって剥離し、成膜中の基板202上に付着することになる。その結果、上記した付着物が異物となって、デバイスパターンを形成したときにショートや断線などの不良を引き起こす。

【0033】そこで、オゾンとフッ化塩素を用いた成膜室内のクリーニングによる異物低減効果を下記の方法で検討した。

(1) ルテニウム膜の成膜方法

先ず、反応室201内を所定の排気を行なってから、基板202を基板ホルダ203上に載置し、基板ホルダ203に内蔵されたヒーターの温度を320℃に設定して基板202の温度を約300℃まで加熱する。この時、反応室201の内壁及び配管209や213pの温度はRu(EtCp)2が凝縮せず、かつ分解しない温度約150℃になるように各々第1及び第2の加熱器210及び220を用いて制御されている。また、基板ホルダ203及びカバーブレート205はシャワーHEAD204に近接して配置されている。その後、バルブ212vを開け、Ru(EtCp)2及びO2ガスをシャワーHEAD204を介して反応室201内に導入して、0.1μmのルテニウム膜の成膜を行った。尚、成膜時の圧力は所定の値になるように、コンダクタンスバルブ215を用いて調整した。

【0034】(2) オゾンとフッ化塩素によるクリーニング方法

ルテニウム膜の成膜プロセスが終了したときの基板202上の異物数推移を図3(a)に示す。ルテニウム膜の成膜は1ロットあたり25枚の基板(即ち25回の成膜)を用いて行なわれ、1ロットの成膜を行なったとき、基板ホルダ203の周辺部に堆積したルテニウム膜の累積膜厚が約3μmに達する。そして、この図から明らかのように、そのままルテニウム膜の成膜を継続すると更に累積膜厚が大きくなつて、基板202上の異物数が急激に増加する(図3(a)中、白丸の記号で示したクリーニングなしの場合)。従って、反応室201のクリーニング頻度はロット毎、即ち成膜回数で25回毎に行なつた。

【0035】次に、クリーニングの手順について説明する。先ず、反応室201の内壁やカバー211など比較的低温度である領域に付着したルテニウム膜を素早くクリーニングするため、オゾンガスを第1のクリーニング

12

用ガス供給器213sからシャワーHEAD204を介して反応室201内に供給してクリーニングを行つた。この場合、基板ホルダ203は成膜時と同様に高温度(320℃)に加熱されているので、基板ホルダ203の近傍に供給されたオゾンは熱分解され易く、その結果として反応室201の内壁等に供給されるオゾン濃度を著しく低下させることになる。

【0036】そこで、図4に示すように基板ホルダ203及びカバーブレート205を待機室208まで下げることで、オゾンの熱分解を極力防止した。具体的には、基板ホルダ203及びカバーブレート205を待機室208に移動させた後にバルブ213vを開き、オゾン供給器213sよりオゾンガスを供給し、反応室201内の圧力をコンダクタンスバルブにより調整した。

【0037】本実施例においてはオゾン濃度を5%、ガス流量は10s1m、圧力は10kPaとした。反応室内の圧力は高い方がクリーニング反応速度は大きくなり、スループット的に有利になる。しかしながら、反応室内の圧力を大気圧以上にした場合、毒性を有するクリーニングガスが装置外に漏洩することを防止するためガス漏洩対策を施した装置構成にする必要がある。これは装置を複雑にするばかりでなく、設備コストの上昇を招き、量産用装置として望ましくない。従って、クリーニング反応時の反応室内の圧力は少なくとも大気圧以下で行なうことが好ましい。一方、反応室内の圧力を1kPa以下にしてクリーニングを行う場合、クリーニングレートが極端に低下し、量産用装置としての稼動率が低下するため、少なくとも1kPa以上の圧力で行なうことが望ましい。

【0038】次に、高温度になっている部分、例えば基板ホルダ203の周辺部、シャワーHEAD204、カバーブレート205に堆積もしくは付着したルテニウム膜及び酸化ルテニウム膜を素早くクリーニングするためには、フッ化塩素によるクリーニングを行つた。この場合、基板ホルダ203を再び図2に示した位置まで上昇させ、その後にバルブ214vを開いて第2のクリーニング用ガス供給器214sからフッ化塩素をシャワーHEAD204を介して反応室201内に供給した。ガス流量は100sccmとし、反応室201内の圧力が1kPaになるようにコンダクタンスバルブを用いて調節した。

【0039】クリーニング時間の制御はクリーニング反応の終点検出法を用いて行った。即ち、排気配管209の一部に質量分析系を取り付け、クリーニング中に発生する反応生成ガスのイオン強度の経時変化を測定することによって、エッチング反応の終了を判断した。具体的には、RuO4とRuF5あるいはRuCl3のイオン強度が減少し、その後の強度変化が極めて小さくなつた時点をそれぞれのクリーニングの終了とした。

【0040】本実施例では、上記したオゾンガスによる

13

クリーニングを約10分間実施してからオゾンガスの供給を停止させ、一端反応室201内を真空排気した後にフッ化塩素によるクリーニングを約10分間実施してからフッ化塩素ガスの供給を停止させた。真空排気の替わりに窒素ガスのバージを行なっても良い。本実施例においては反応室201内の圧力調整やクリーニング等に要する時間を含め、約30分以内で一連の処理を行なうことが出来る。

【0041】次に、ルテニウム膜の形成及びオゾンとフッ化水素を用いたクリーニング処理からなる一連の工程を繰り返して実施し、1ロット毎に基板202上の異物数の推移を測定した。図3(a)中に8インチシリコン基板の場合を例にとり、0.3μm以上の異物数(成膜を25回繰り返し行なったときの平均値)を黒四角の記号で示した。また、図3(b)は任意のロットにおける基板毎の異物数の推移である。これらの結果から明らかのように、ルテニウム膜の成膜を繰り返して行なうに従って基板上の異物数は徐々に増加するが、1ロット分の成膜が終了した段階で装置内のクリーニング処理を行なうことによって次ロットの基板上の異物数をほぼ初期状態まで低減させることが可能である。従って、ロット毎に装置内のクリーニングを実施することによって図3(a)の黒四角の記号で示すように、基板上の異物数を常に許容範囲内に抑えることが可能である。しかも、本実施例で述べたクリーニング方法は極めて短時間に行なうことが出来るので、成膜ロット毎に装置内のクリーニングを実施しても装置稼働率の低下にはならず、むしろ装置の長期安定稼動に寄与するばかりでなく、半導体素子の歩留り向上に大きく貢献する。

【0042】また、本実施例で述べたクリーニング方法はプラズマを用いずにエッチングを行ない、しかもオゾンガスとフッ化水素ガスとを適宜使い分けることによって装置内部の隅々まで、所謂クリーニングガスの供給される部分全てをエッチングすることが可能である。

【0043】更に、第1のクリーニング用ガスとしてオゾン以外のハロゲン化酸素、酸化窒素、酸素原子等を用いても、また、予め酸素や酸化窒素を紫外線あるいはプラズマにより励起してから反応室に導入しても同様の効果が得られた。また、第2のクリーニング用ガスとしてフッ化塩素以外のハロゲンガスである塩素、塩化水素、フッ素、フッ化塩素、フッ化水素、フッ化窒素、臭素、臭化水素、ハロゲン化酸素等を用いても、またこれらのハロゲンガスをプラズマにより励起した後に反応室へ導入しても同様の効果が得られた。

【0044】本実施例ではオゾンクリーニングを行った後にフッ化水素ガスによるクリーニングを行ったが、この順序が逆の場合でも同様の効果が得られた。またオゾンクリーニング処理とフッ化塩素クリーニング処理との間に真空排気の代替として窒素やアルゴンに代表される不活性ガスを用いたバージ処理を行っても同様の効果が

14

得られた。

【0045】上記した装置クリーニングの効果はCVD装置のみならずエッティング装置の場合であっても同様であり、また、クリーニング処理される物質がルテニウム膜に限定されることなく、ルテニウム酸化膜、オスミウム、オスミウム酸化膜等の場合であっても同様であることは言うまでもない。

【0046】ところで、図2に示した処理装置において、少なくとも反応201とシャワーHEAD204との接続部、シャワーHEAD204と処理用ガスまたはクリーニング用ガスの配管212p、213p、214pとの接続部、または待機室208と基板ホルダ203との可動部等の処理用ガスやクリーニング用ガスに直接触れる危険性のある部分には、気密封止用のシール部材が用いられている。このシール部材として金属シール材料であれば、オゾンガス耐性を持つNi含有量が90%以下であるFe, Cr, Ni合金、Cr, Ni合金、あるいはAuコーティングした金属を使用して、一般的に用いられるような純Niのシール部材を使用しない。また、ゴム系シール部材であれば炭素と水素結合数の割合が10%以下であるフッ素系のゴムを使用し、オゾンガスやハロゲンガスに対する耐性の小さいバイトン等(炭素と水素結合を10%以上)を使用しない。これによって、装置の安定稼動が可能になる。

【0047】(実施例2) 図5に実施例2であるルテニウム膜あるいはルテニウム酸化膜のCVD装置の概要を示す。実施例1との違いはガス供給系であって、他の装置構造は同じである。212sは処理用ガス供給器、212vは処理用ガスの供給配管に取り付けられたバルブ、212pは処理用ガスの供給系配管、512fは配管の途中に設けられたフィルタであり、これらは第2の加熱器220により100~200℃の範囲で加熱されている。213sは第1のクリーニング用ガス(オゾンガス)供給器、513pは第1のクリーニング用ガスの供給配管、この配管が処理用ガスの配管212pに、バルブ212vの下流側で接続されている。

【0048】上記した装置を用いて実施例1に記載した場合と同様にルテニウム膜を成膜した。その結果、処理用ガスの配管212pの内壁には、処理用ガスの凝縮物や分解物が付着しており、これらの付着物は基板上への異物あるいはフィルタ512fの目詰まりの原因となって、ガス流量の変動や膜厚変動の原因になると考えられる。

【0049】そこで、ルテニウム膜を約25回成膜を行った後にオゾンとフッ化塩素によるクリーニングの効果を検討した。先ず成膜終了後、処理用ガスの供給バルブ212vを閉め、第1のクリーニング用ガスの供給バルブ213vを開き、第1のクリーニング用ガスであるオゾンガスを反応室201内に供給した。オゾンガスを供給することによって実施例1に示したように反応室20

15

1の比較的温度の低い領域に付着した堆積物を除去することができる、更には処理用ガスの配管212pの内部も同時にクリーニングすることができる。

【0050】ハロゲン系のガスは処理用ガスの供給配管212pの内壁を腐食するという問題があるが、オゾンガスの場合は腐食させることなくクリーニングすることができるので、腐食によるメタル汚染などを発生させることなく、処理用ガスの供給配管212p内部をクリーニングすることができる。尚、このオゾンクリーニング時の反応室の圧力や流量、また反応室の温度は、実施例1に示した条件と同様である。

【0051】オゾンガスによるクリーニングを行った後に、反応室201内を真空排気してから第2のクリーニング用ガスであるフッ化塩素を反応室201の内部に供給して、比較的高温領域の部材に堆積したルテニウム膜や酸化ルテニウム膜をクリーニング除去した。この時のクリーニング条件も実施例1に示したものと同様である。

【0052】本実施例で示したルテニウム膜の成膜及びクリーニング処理という一連の作業を繰り返して実施し、その時の基板202上の異物数の推移を測定した結果、図3に示した場合と同様に基板上に付着する異物数の増加を抑制することができた。

【0053】本実施例によれば、処理室内壁のみならず処理用ガスの供給配管内をもクリーニングすることができる、ルテニウム膜の形成プロセスにおいて装置内の堆積物による異物の発生を長期的に抑制することができる。このことは常に安定した成膜プロセスを実現することになり、半導体素子の製造歩留りの向上に大きく貢献する。

【0054】(実施例3) 図6は、実施例3であるルテニウム膜あるいはルテニウム酸化膜を形成するための処理装置の概略図である。上記した実施例1または実施例2との違いは処理室201の一部を構成する待機室208に第3のクリーニング用ガス供給器601s、第3のクリーニング用ガスの供給配管601p、第3のクリーニング用ガスのバルブ601vを備えている。そして本実施例では第3のクリーニング用ガスとして、第1のクリーニング用ガスと同様にオゾンガスを用いた。

【0055】基板202上にルテニウム膜の成膜を行う場合、基板ホルダ203がシャワーヘッド204に近接した状態で処理用ガスが反応室201に供給される。この時、反応室201に供給された処理用ガスが待機室208内に拡散するため、待機室208の壁面や防着力バーの表面にも処理用ガスまたはその分解物が凝縮し、付着もしくは堆積する。これらの付着物あるいは堆積物は基板202の搬入や搬出時、あるいは処理室の調圧時に巻き上がり、その結果として基板202上への異物になり易い。

【0056】そこで、ルテニウム膜の成膜後、クリー

10

20

30

40

50

16

ング処理を以下の手順で行なった。即ち、基板ホルダ203を待機室208に格納してから第1のクリーニング用ガス供給器213sから第1のクリーニング用ガスを反応室201内に供給した。同時に、第3のクリーニング用ガス供給器601sから第3のクリーニングガスを待機室208の内部に供給した。その後の第2のクリーニング用ガスによる反応室のクリーニングは実施例1または実施例2に記載した場合と同様の方法を用いて行なった。尚、第1及び第3のクリーニング用ガスとして、オゾンガスを用いた。

【0057】本実施例における処理室のクリーニング効果は、実施例1または実施例2に示した場合と同様の効果を示すが、特に待機室内にもオゾンガスを供給することによって、待機室の内壁に付着もしくは堆積したルテニウム膜を効率良く除去することが出来るようになり、基板上の異物数を更に低減することが可能である。また、待機室のクリーニングを含む作業手順は上記に限定されるものではなく、反応室と待機室とを個別に行なっても良いし、基板ホルダを動かしながら行なっても良く、更には第1と第3のクリーニング用ガスの処理と第2のクリーニング用ガスの処理の順序を入れ替えて同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0058】(実施例4) 図7は、実施例4を説明するための成膜装置の概略図である。実施例1～実施例3の場合との違いは、第1のクリーニング用ガスの供給器213sまたはその供給配管213pに第3の加熱器713hが、そして第2のクリーニング用ガスの供給器214sや供給配管214pに第4の加熱器714hが備えられ、これらの加熱器の温度を独立して制御するための制御装置713c及び714cが夫々備えられている。

【0059】上記した装置を用いてクリーニングの効果を検討した。第1のクリーニング用ガス(オゾンガス)を用いて反応室201内のクリーニングを行なう場合、第1のクリーニング用ガスの供給器213sまたはその供給配管213pを約100℃に加熱した。この理由は、図1に示すようにルテニウム膜のオゾンガスによるエッチングレートが大きいのは約50℃から約200℃の範囲、望ましくは100℃から150℃であり、例えば100℃に加熱されたオゾンガスを反応室201内に供給することによって、より活性なオゾンガスを用いてクリーニングを行なうことが出来るからである。尚、オゾンガスは200℃以上に加熱すると熱分解により消失してしまうため、加熱温度は200℃以下であることが望ましい。また、加熱されたオゾンガスの供給条件やクリーニング条件は実施例1から実施例3の場合と同様である。

【0060】次に、第2のクリーニング用ガス(フッ化塩素)を用いてクリーニングを行なう場合、第2のクリーニング用ガスの供給器214sやその供給配管214pは第4の加熱器714hを用いて約250℃に加熱し

17

た。この理由は、図1に示すようにルテニウム膜のフッ化塩素によるエッチングレートは高温度になる程大きくなるためである。但し、フッ化塩素の配管214pを約300℃以上に加熱すると、配管214pとフッ化塩素が反応して配管214pの腐食が起こり易くなるので、エッチングレートを考慮して加熱温度は約200℃～300℃程度であることが望ましい。

【0061】また、図1に示したエッチングに関する結果から、反応室内及びその中に配設された部材に付着もしくは堆積したルテニウム膜やその酸化物を効率良く除去するためには、第1のクリーニング用ガス（オゾンガス）よりも第2のクリーニング用ガス（フッ化塩素）をより高温に加熱して供給することが良い。

【0062】本実施例において、実施例1に示した場合と同様の良好なクリーニング効果を確認した。

【0063】（実施例5）図8に、実施例5である処理装置の概略図を示す。装置構造の殆どは図2に示した場合の装置と同じであるが、ガス供給用のシャワーヘッドが異なっている。即ち、本実施例においては、シャワーヘッドが2重構造になっており、基板ホルダ203とほぼ同一寸法である第1の内側シャワーヘッド801と、このシャワーヘッド801の周辺部に配置した第2のシャワーヘッド802で構成され、その外周寸法がカバーブレート205の外周寸法とほぼ同一あるいはカバーブレート205の外周寸法よりも大きくしてある。そして、第1のシャワーヘッド801には処理用ガス供給系と第2のクリーニング用ガス（フッ化水素ガス）供給系が取り付けられており、また、第2のシャワーヘッド802には第1のクリーニング用ガス（オゾンガス）供給器803s、その供給配管803p、供給バルブ803vが取り付けられている。

【0064】上記した処理装置を用いて、実施例1に記載した場合と同様にルテニウム膜を成膜し、そのクリーニング効果を検討した。この時、第2のシャワーヘッド802からオゾンガスを反応室201の内壁等により直接的に供給することができるため、実施例1の場合よりもより効果的にクリーニングができる。一方、フッ化塩素によるクリーニングはフッ化塩素を第1のシャワーヘッド801から供給して行なわれるため、実施例1の場合と同様に高温状態にある部材の表面に付着もしくは堆積した反応生成物を効果的に除去することができる。

【0065】尚、オゾンガスは第2のシャワーヘッド802から反応室201内に供給されるため、高温状態にある部材、例えば基板ホルダ203やカバーブレート205の影響を最小限に抑えることが出来るので、基板ホルダ203を第1のシャワーヘッド801に近接させた状態で行なうことが出来る。これにより、実施例1で行なっていたクリーニング用ガスの種類による基板ホルダ203の上下可動を省略することも出来る。

18

【0066】以上で述べたように、オゾンガスとフッ化水素ガスを使い分けることによって、処理装置内の部材に付着もしくは堆積したルテニウム膜あるいはその酸化物を極めて効率良く除去することが出来る。これによつて、基板上の異物数を大幅に低減できるばかりでなく、処理装置の連続稼動や稼動率の向上、更には半導体素子の歩留り向上に貢献することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、ルテニウム及びルテニウム酸化膜に対するオゾン及びフッ化塩素によるエッチング特性を説明するための図である。

【図2】図2は、実施例1を説明するための処理装置の概略図である。

【図3】図3は、反応室のクリーニング効果を説明するための基板上異物数の推移を表す図である。

【図4】図4は、実施例1のオゾンクリーニングを説明するための処理装置の概略図である。

【図5】図5は、実施例2を説明するための処理装置の概略図である。

【図6】図6は、実施例3を説明するための処理装置の概略図である。

【図7】図7は、実施例4を説明するための処理装置の概略図である。

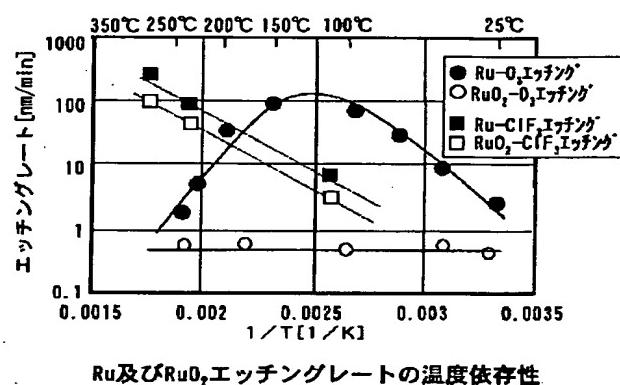
【図8】図8は、実施例5を説明するための処理装置の概略図である。

【符号の説明】

201…反応室、202…基板、203…基板ホルダー、204…シャワーヘッド、205…カバーブレート、206…駆動軸、207…制御機構、208…待機室、209…排気配管、210…第1の加熱器、211…カバー、212s…処理用ガス（Ru（EtCp）₂）の供給器、212v…処理用ガスのバルブ、212p…処理用ガスの供給配管、213s…第1のクリーニング用ガス（オゾンガス）の供給器、213v…第1のクリーニング用ガスのバルブ、213p…第1のクリーニング用ガスの供給配管、214s…第2のクリーニング用ガス（ClF₃）の供給器、214v…第2のクリーニング用ガスのバルブ、214p…第2のクリーニング用ガスの供給配管、215…コンダクタンスバルブ、216…排気装置、220…第2の加熱器、512f…処理用ガスのフィルタ、513p…第1のクリーニング用ガスの供給配管、601s…第3のクリーニング用ガスの供給器、601p…第3のクリーニング用ガスの供給配管、601v…第3のクリーニング用ガスのバルブ、713h…第3の加熱器、713c…第3の制御器、714h…第4の加熱器、714c…第4の制御器、801…第1のシャワーヘッド、802…第2のシャワーヘッド、801s…第1のクリーニング用ガスの供給器、803p…第1のクリーニング用ガスの供給配管、803v…第1のクリーニング用ガスのバルブ

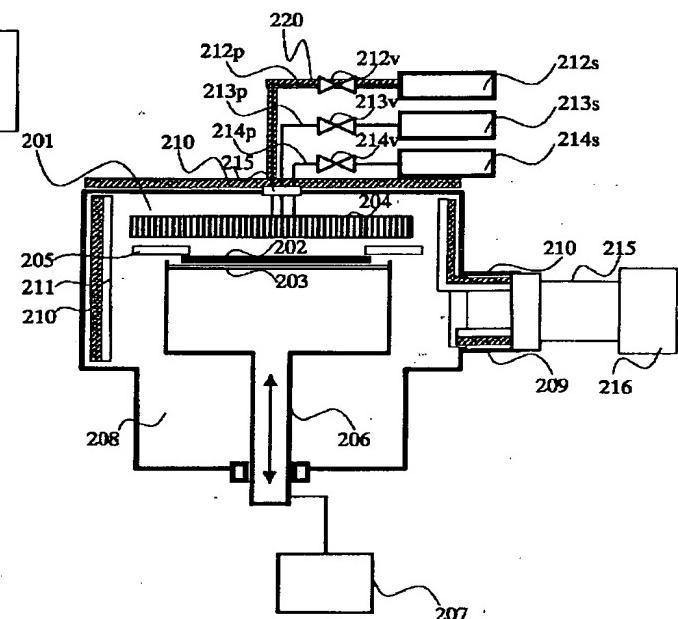
【図 1】

図 1



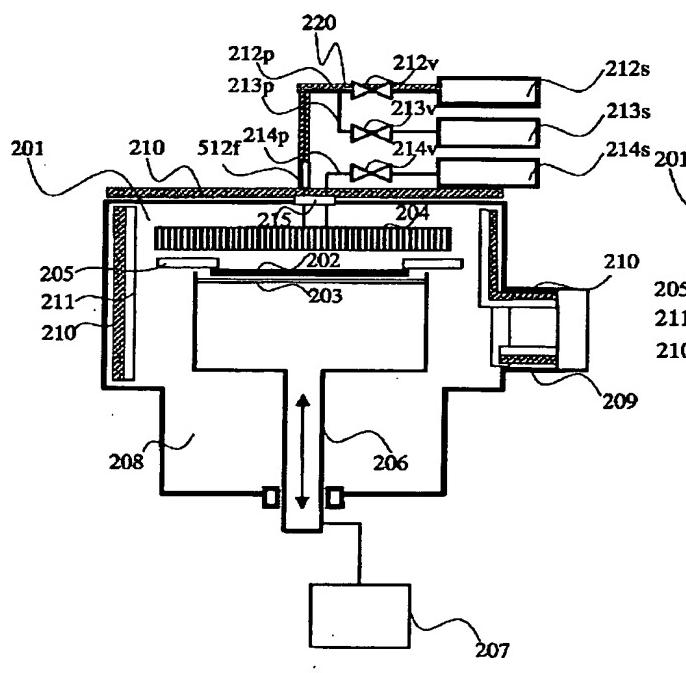
【図 2】

図 2



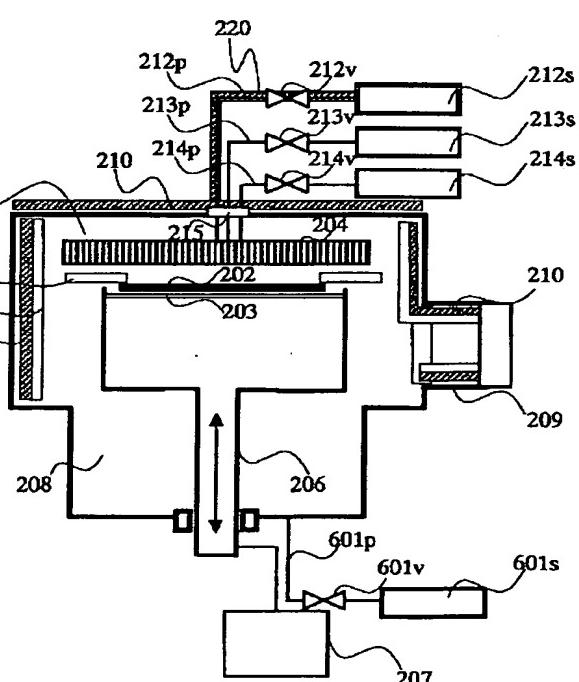
【図 5】

図 5



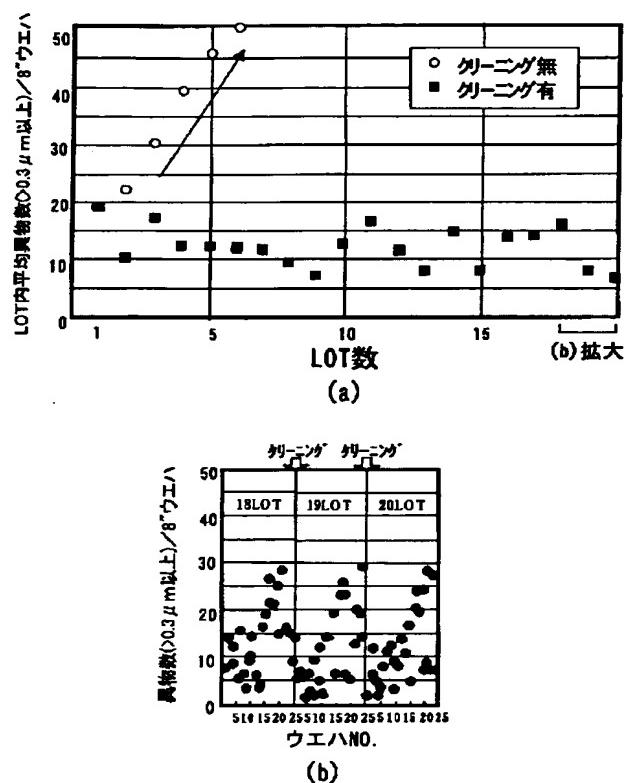
【図 6】

図 6



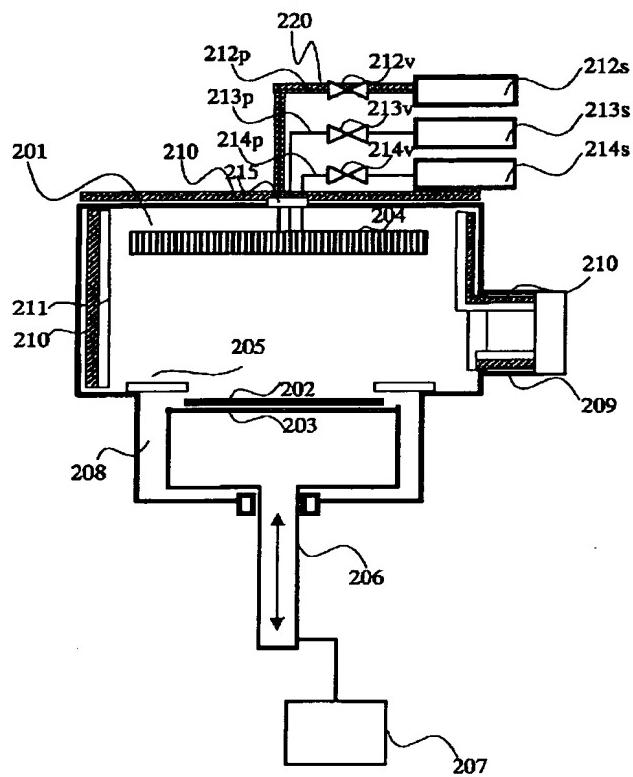
【図 3】

図 3



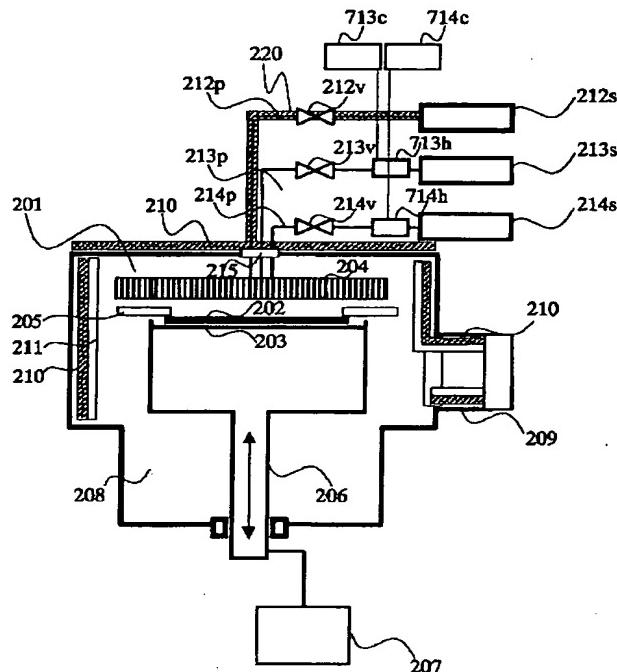
【図 4】

図 4



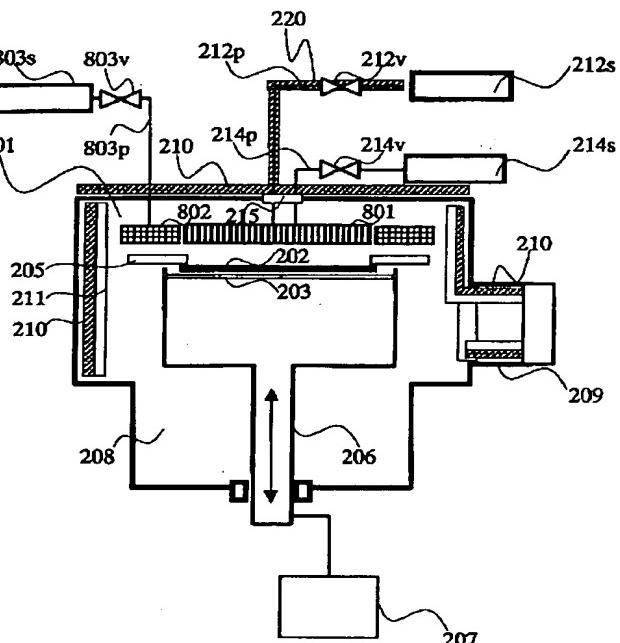
【図7】

7



[図8]

8



フロントページの続き

(72) 発明者 荒井 利行 東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株式会社日立製作所半導体グループ内
(72) 発明者 山本 智志 東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内
(72) 発明者 大岡 司 東京都中野区東中野三丁目14番地20号 株式会社日立国際電気内
(72) 発明者 佐野 敦 東京都中野区東中野三丁目14番地20号 株式会社日立国際電気内

30 (72) 発明者 板谷 秀治
東京都中野区東中野三丁目14番地20号 株
式会社日立国際電気内
(72) 発明者 佐久間 春信
東京都中野区東中野三丁目14番地20号 株
式会社日立国際電気内
Fターム(参考) 4K030 BA42 CA04 DA06 FA10 KA08
LA15
4M104 BB04 DD44
5F004 AA15 BA19 BD04 CA01 CA02
CA04 DA20 DA27 DB13
5F045 BB15 CB10 DP03 EB06 EC09
EF05 EM10

THIS PAGE BLANK (USPTO)